

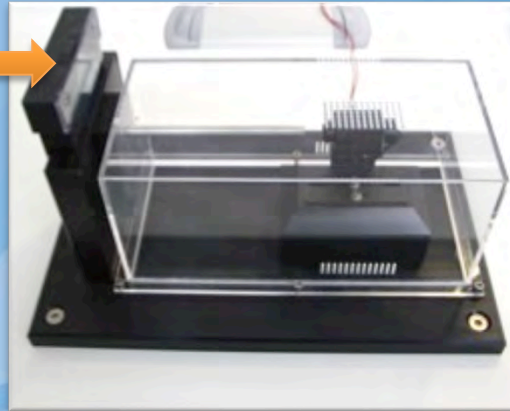
LA DIFFRACTION LASER

Manuel d'utilisation et explications

Objectif: *Comment voir la structure des cristaux ?*

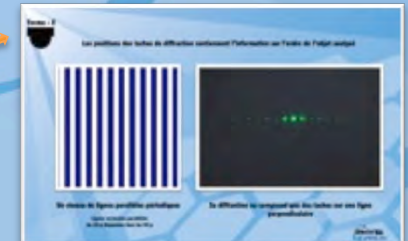
Matériel: *Laser de diffraction + « tamis »*

Fonctionnement: *introduire le « tamis » devant le laser puis observer la diffraction*

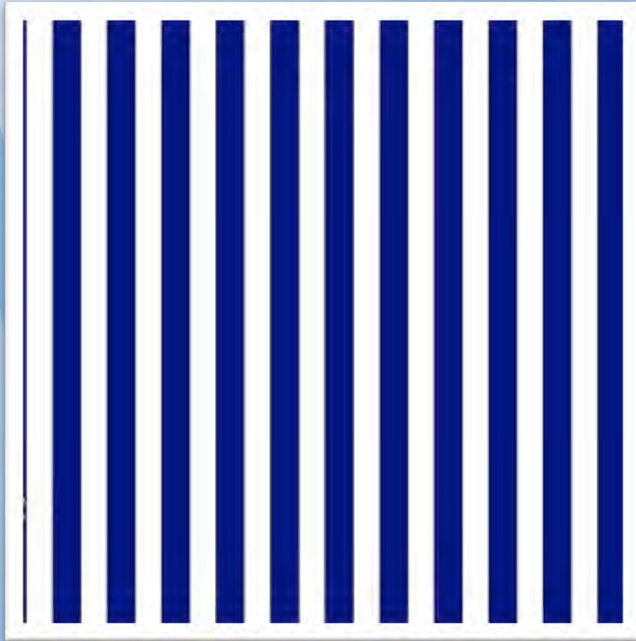


Tourner pour choisir le bon « tamis »

Sur chaque slide vous trouverez le nom et la lettre du « tamis » correspondant.

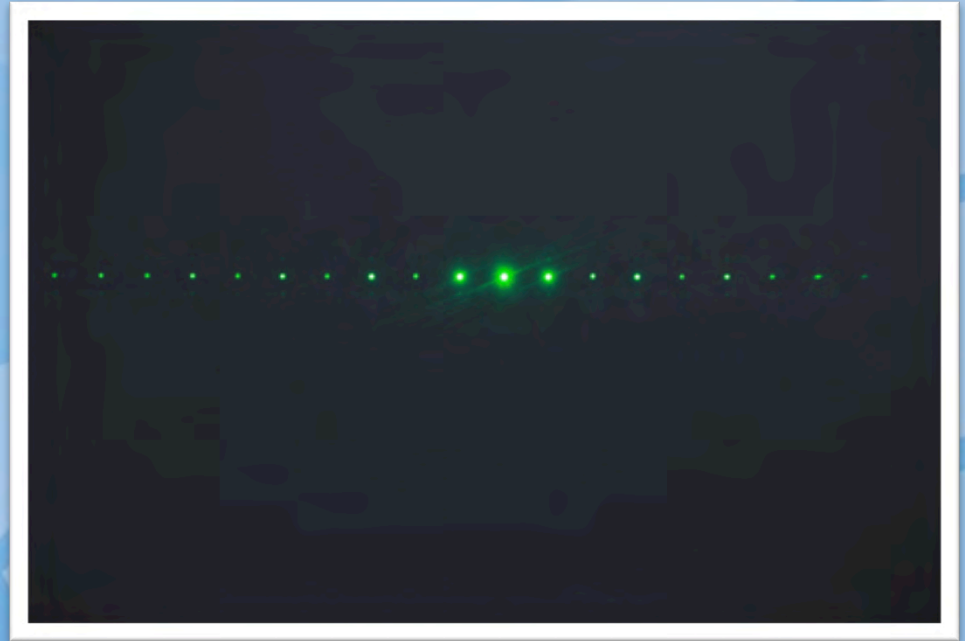


Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



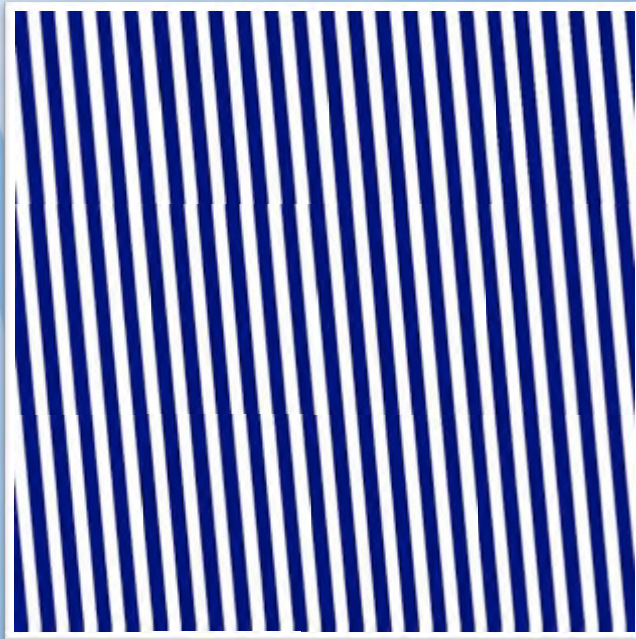
Un réseau de lignes parallèles périodiques

Lignes verticales parallèles
de $20\ \mu$ disposées tous les $40\ \mu$



**Sa diffraction ne comprend que des taches sur une ligne
perpendiculaire**

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



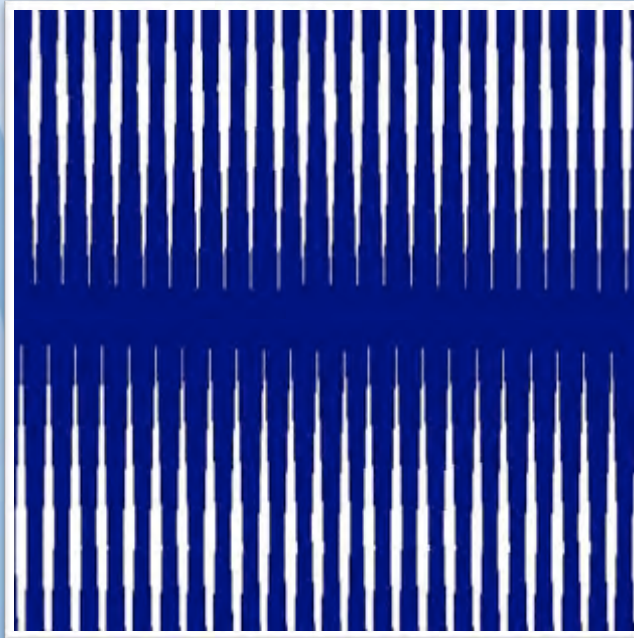
Un réseau de lignes parallèles périodiques
inclinées

Lignes verticales de $20\ \mu$,
inclinées de -5° et disposées tous les $40\ \mu$



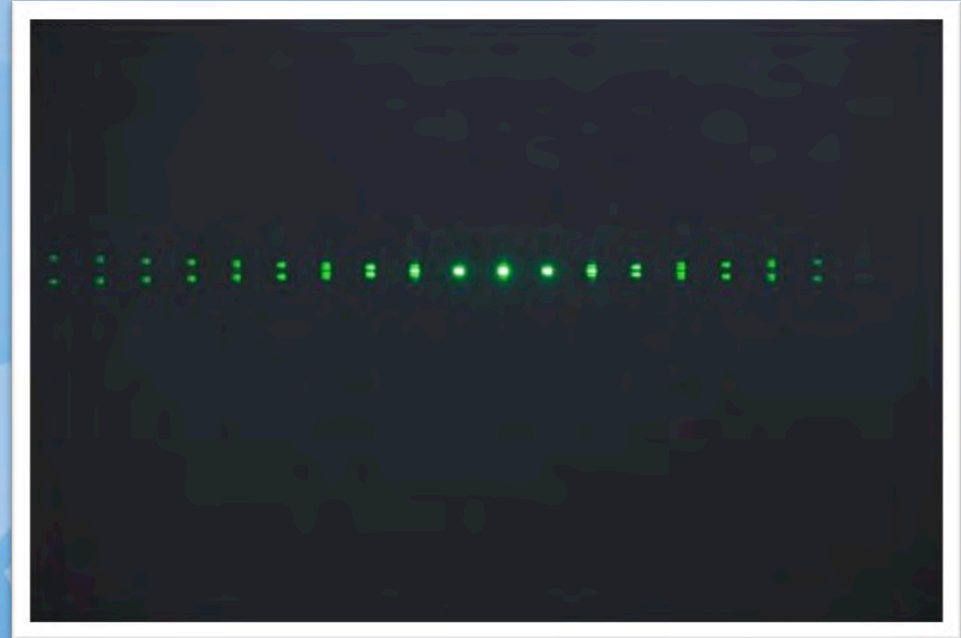
Sa diffraction ne comprend que des taches sur une ligne
perpendiculaire inclinée

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



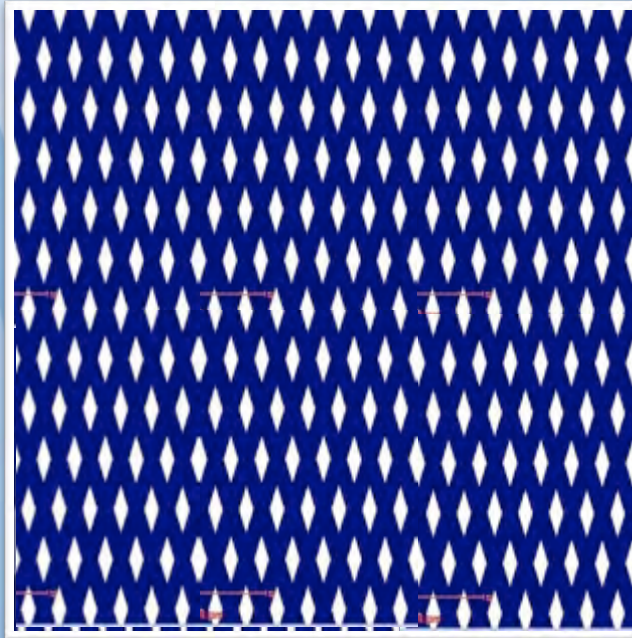
2 réseaux de lignes parallèles périodiques
inclinées et croisées

2 réseaux de lignes verticales
de $20\ \mu$, inclinées de -5° et $+5^\circ$ et disposées tous les
 $40\ \mu$



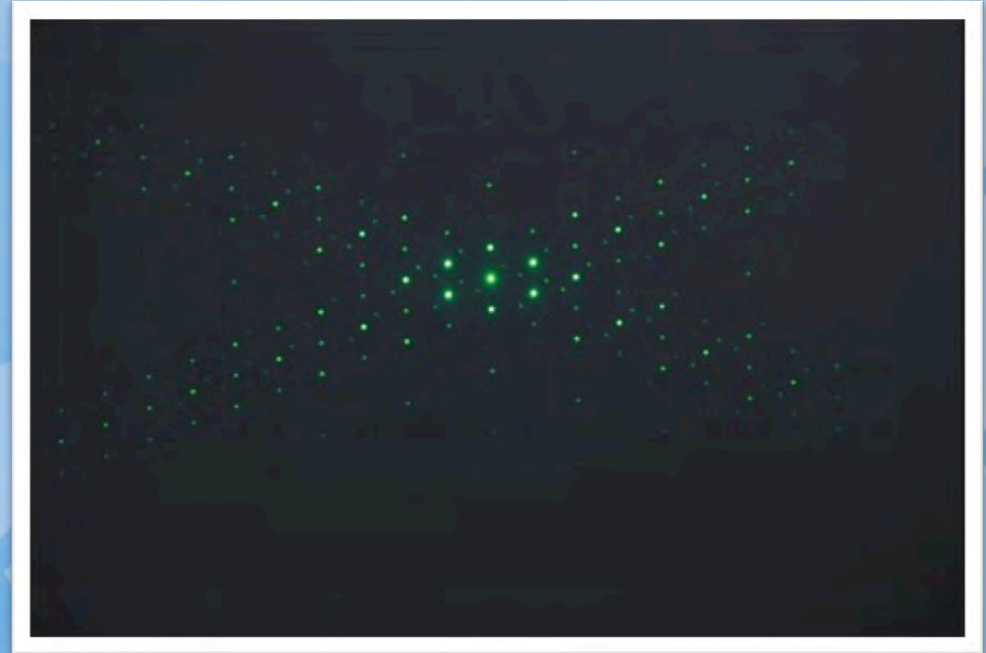
Sa diffraction comprend des taches **sur deux lignes inclinées**

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



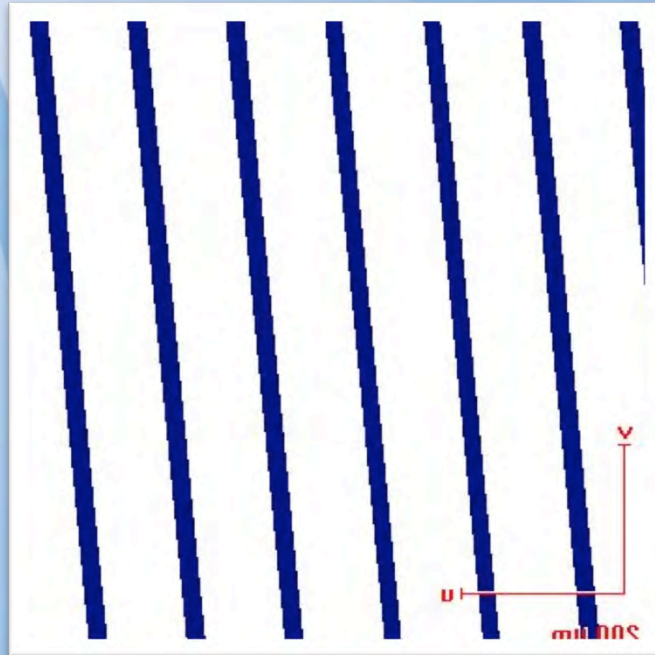
2 réseaux de lignes parallèles et croisées
inclinaées **avec un angle plus grand**

2 réseaux de lignes verticales
de $20\ \mu$, inclinées de -20° et $+20^\circ$ et disposées tous les
 $40\ \mu$



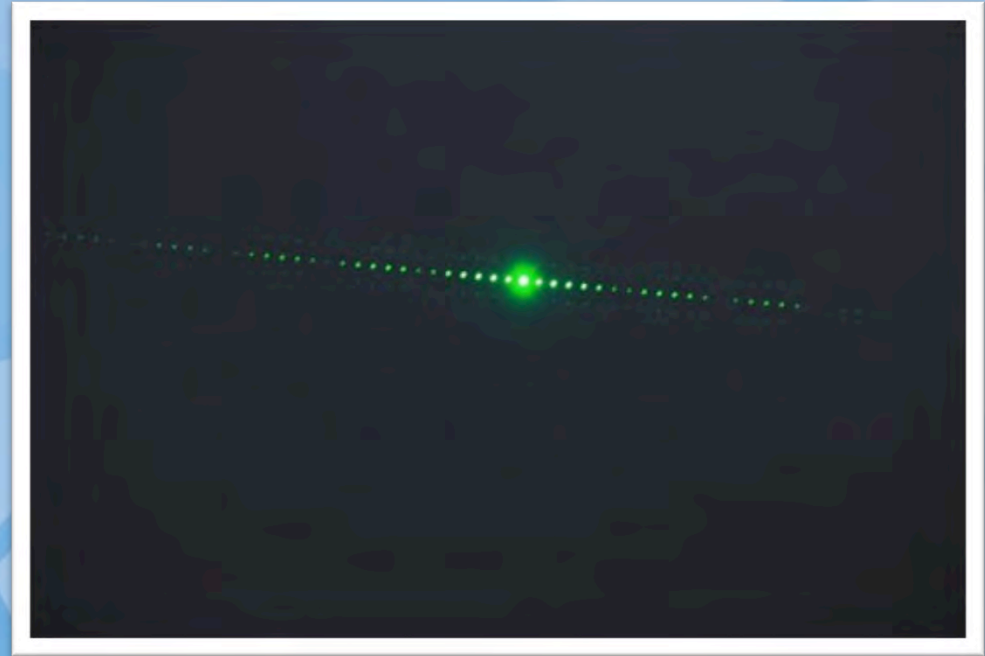
Sa diffraction comprend des taches autour des deux
directions inclinées et forment **un plan**

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



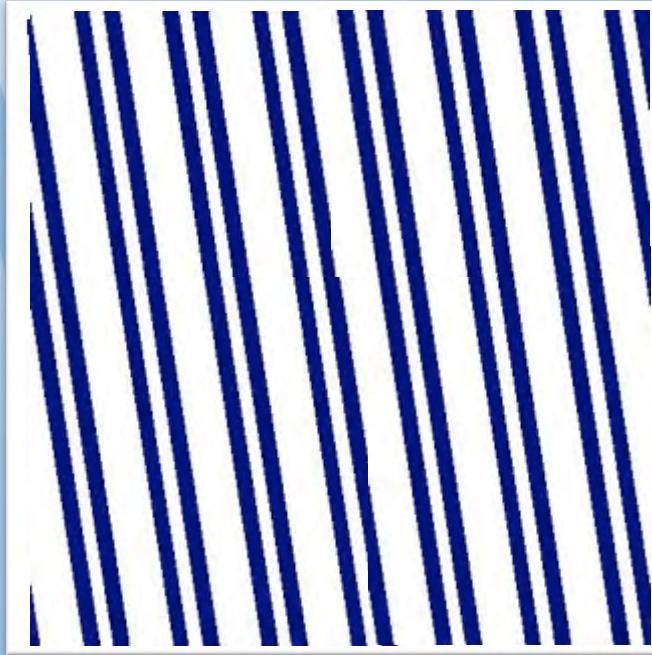
Un réseau de lignes « 1001001001001 »
parallèles périodiques inclinées

Lignes verticales de $20\ \mu$ pas de $40\ \mu$
« 1001001001001 »
inclinées de -5° tous les $120\ \mu$



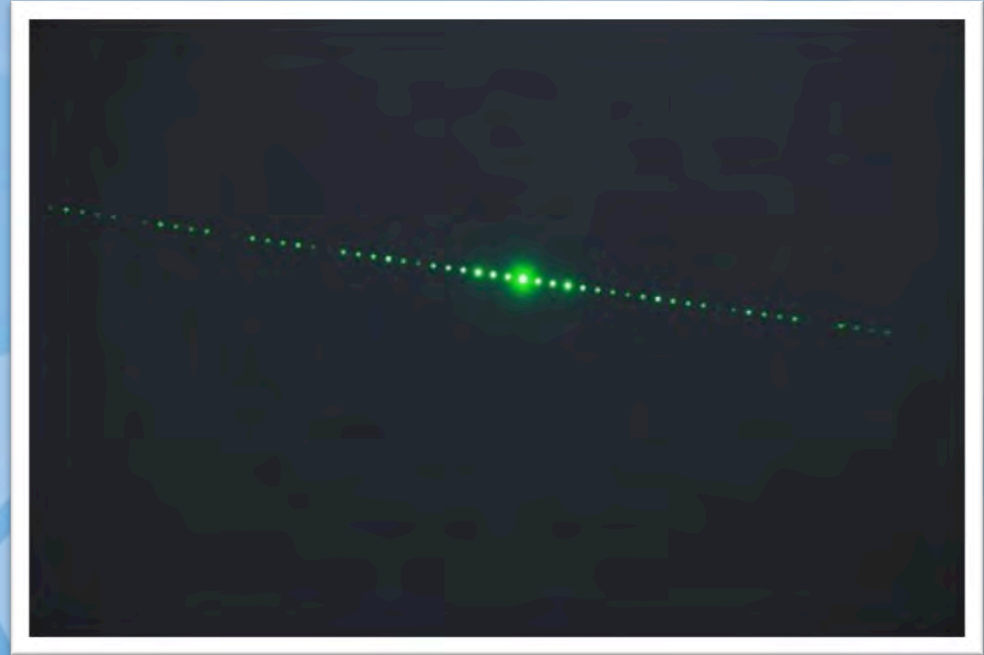
Sa diffraction ne comprend que des taches sur **une ligne avec**
un période 3 fois plus petite et des intensités différentes

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information sur l'ordre de l'objet analysé



Un réseau de lignes « **IIIIIIIIIIIIIIII** »
parallèles périodiques inclinées

Lignes verticales de 20 μ pas de 40 μ
« **IIIIIIIIIIIIIIII** »
inclinées de -8° tous les 120 μ



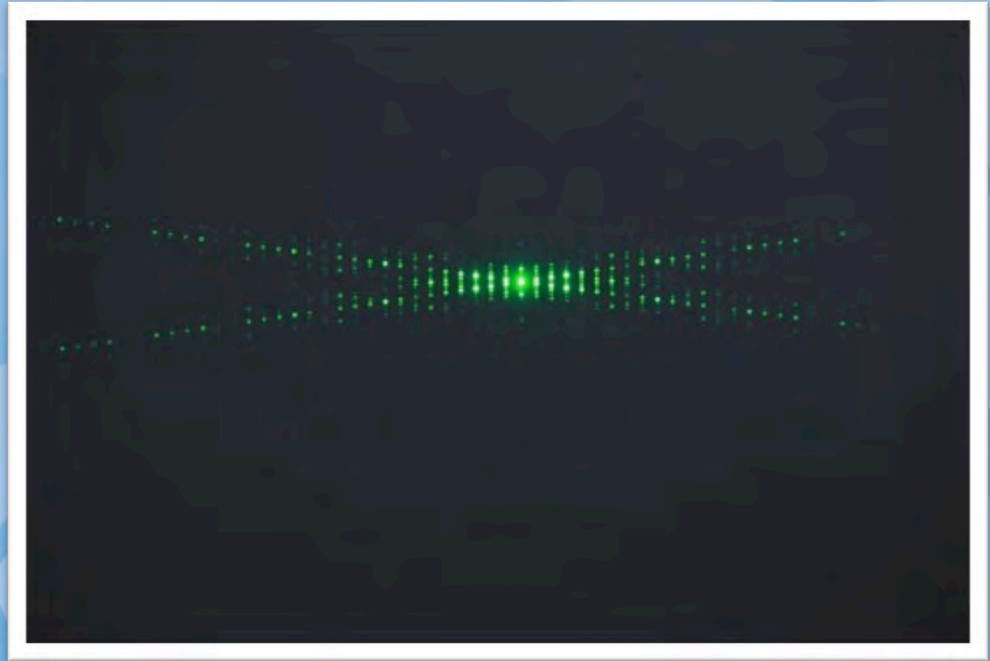
Sa diffraction ne comprend que des taches sur une ligne avec un
période 3 fois plus petite et des intensités **encore différentes**

On peut reconstruire le cliché de diffraction de l'ADN...



Un réseau de lignes « **IIIIIIIIIIIIII** »
parallèles périodiques inclinées et croisées

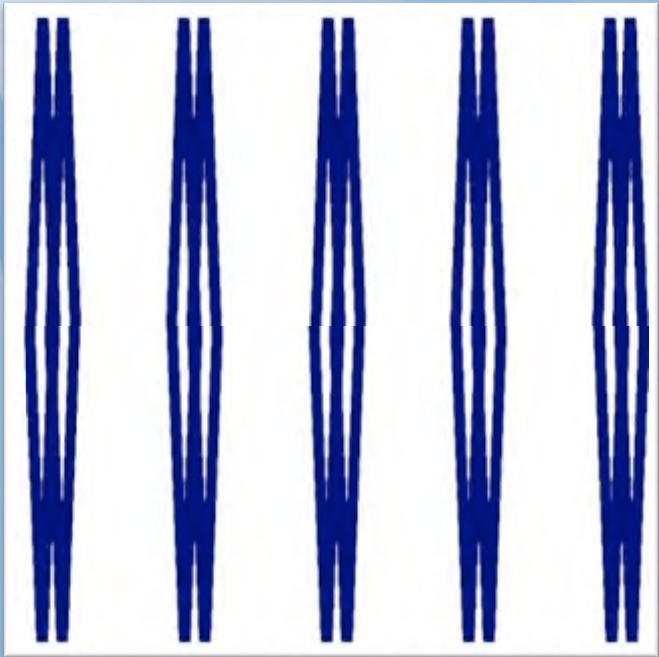
Superposition de 2 réseaux de
lignes « **IIIIIIIIIIIIII** »
inclinées à -8° et $+8^\circ$ de période de $120\ \mu$



Sa diffraction présente des intensités différentes et des une
distribution de taches **en croix proche de celle obtenue pour
l'ADN**

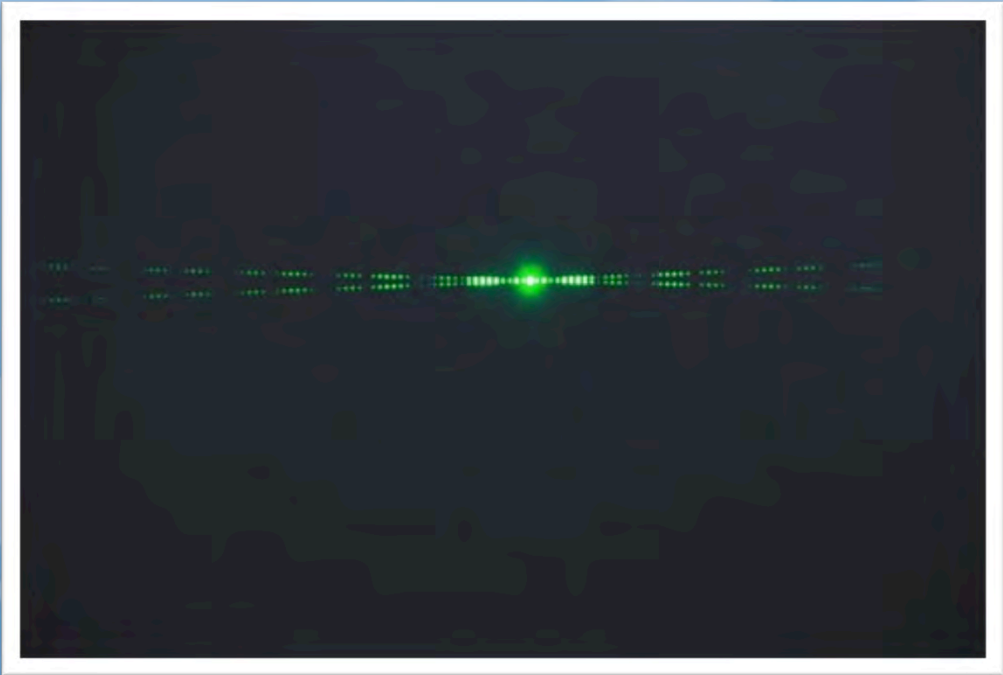


On peut reconstruire le cliché de diffraction de l'ADN...



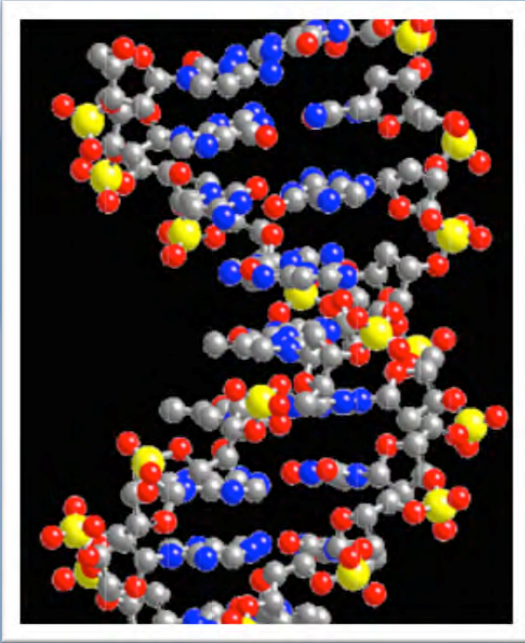
Un réseau de lignes « **II0000II0000II0000II** »
parallèles périodiques inclinées et croisées

Superposition de réseaux de
deux lignes de 20 μ et pas 40 μ ,
inclinées à -2° et $+2^\circ$ période de 280 μ



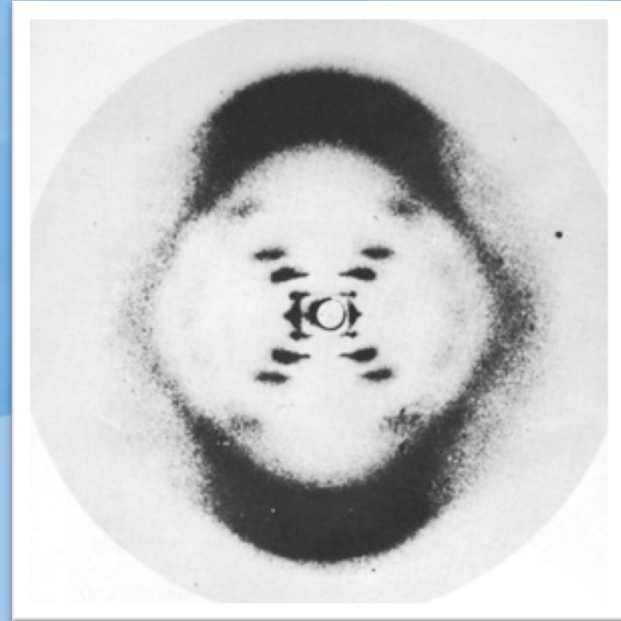
Sa diffraction **présente une période 2 fois plus petite et des**
intensités différentes distribuées sur une croix plus fine
Par la diffraction on peut donc déterminer
le pas et la séquence des l'hélices de l'ADN

... et « voir » des structures biologiques comme l'ADN



J.P. Gaspard

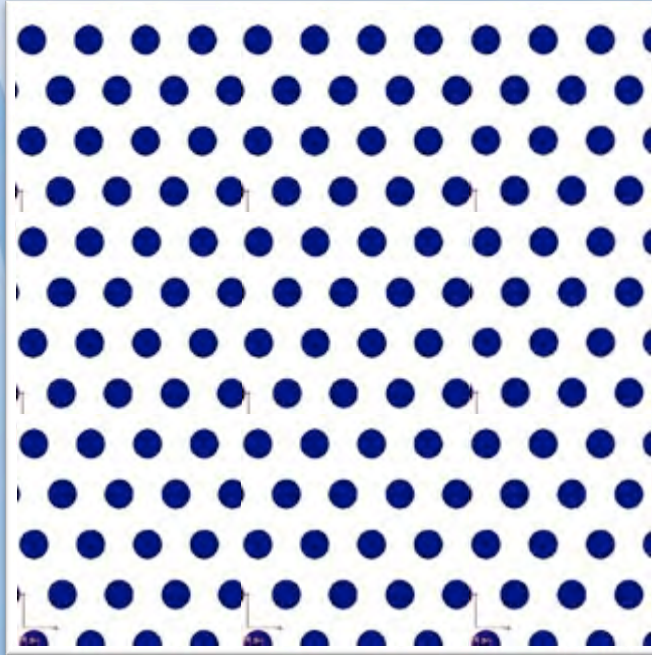
L'ADN est une molécule qui peut avoir des millions d'atomes ! ils s'arrangent simplement sous la forme d'une **DOUBLE HÉLICE**



Nature

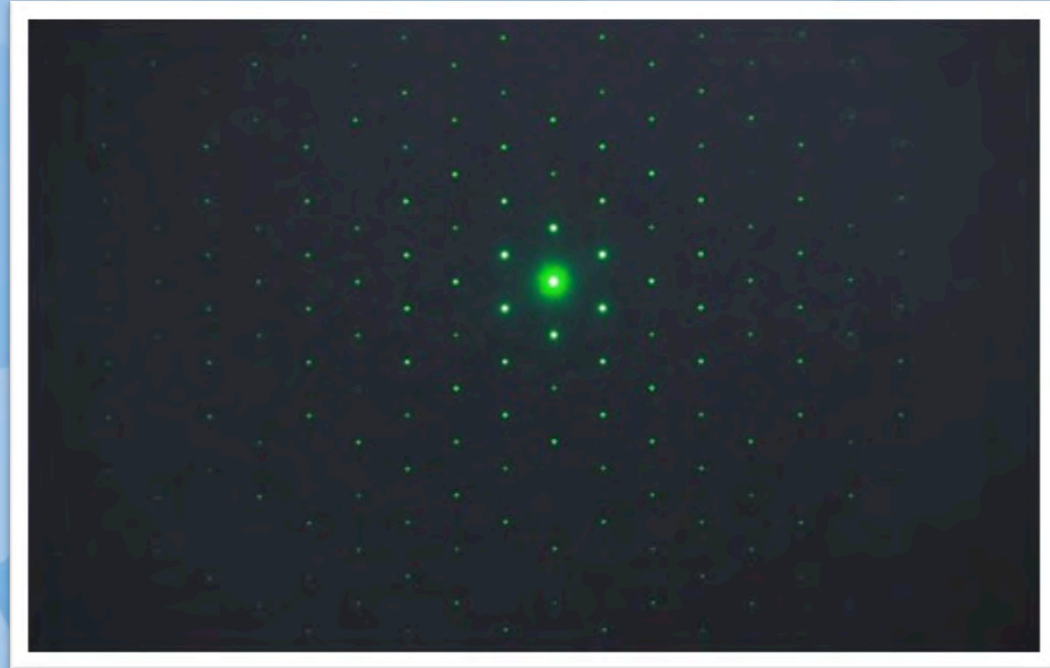
C'est son cliché de diffraction **qui a permis de découvrir cette structure en DOUBLE HÉLICE**, en 1953

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information de la taille et symétrie de la maille



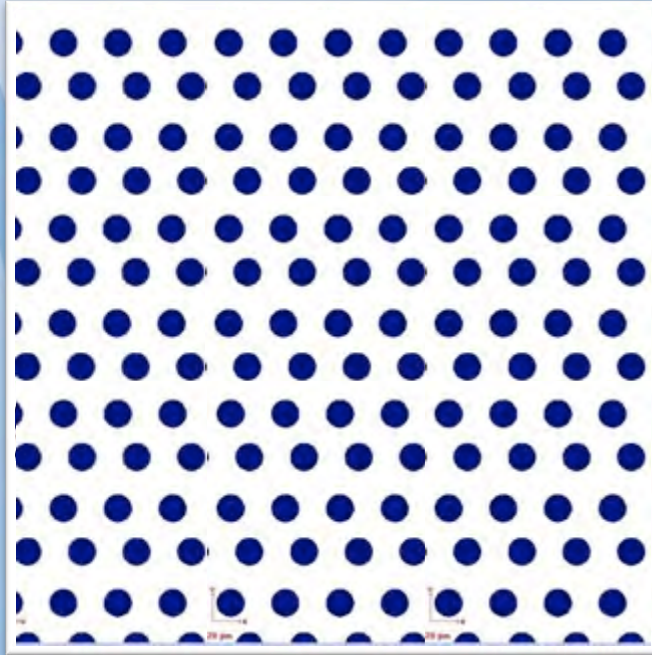
Un **crystal avec une structure hexagonale**

Lignes verticales de 20 μ,
inclinaées de -5° disposées tous les 120 μ



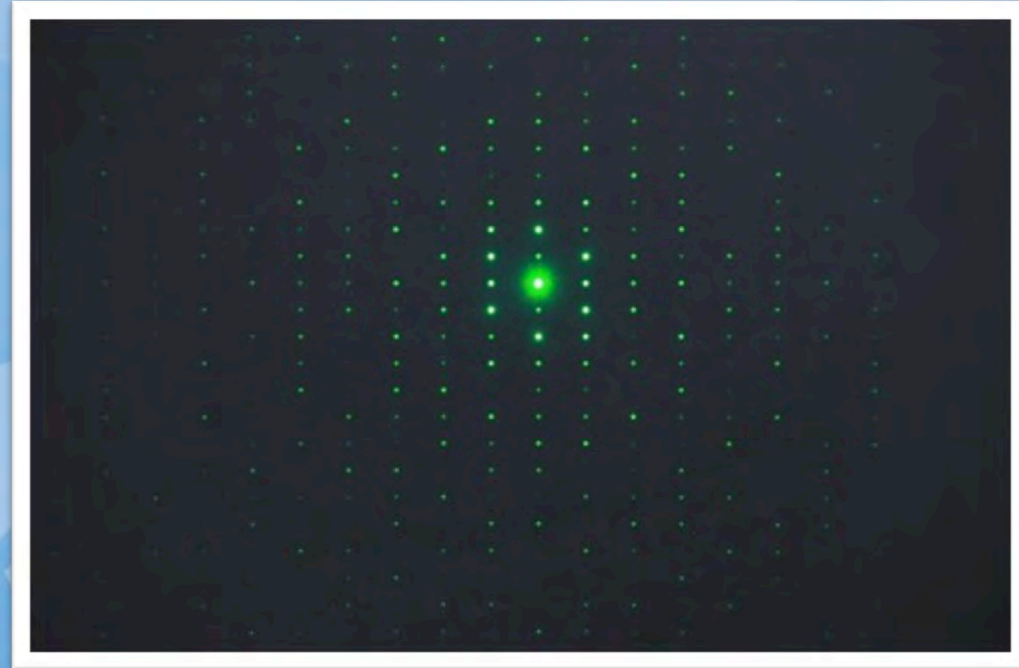
Sa diffraction présente aussi une **SYMÉTRIE hexagonale**.
C'est une petite maille alors il y a des taches de diffraction
éloignées

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information de la taille et symétrie de la maille



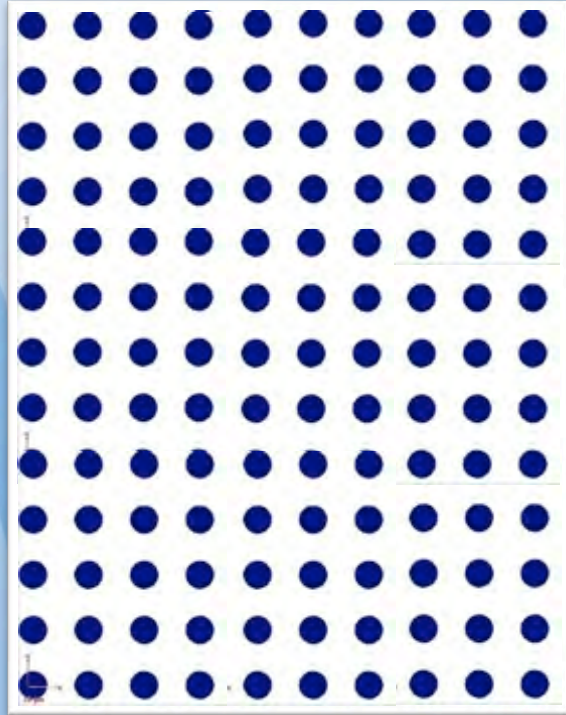
Un cristal avec une structure **orthorhombique**

Réseau orthorhombique « zig zag »
de disques de 20 μ sur un pas de 40 μ.



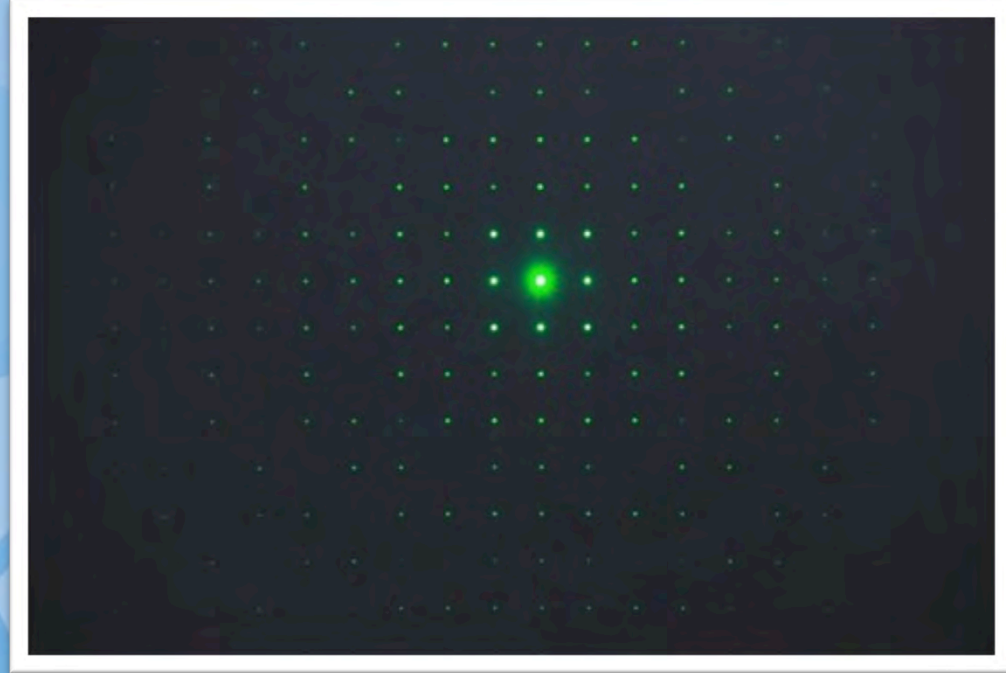
Sa diffraction présente aussi une **SYMÉTRIE orthorhombique**.
C'est une petite maille alors il y a des taches de diffraction éloignées

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information de la taille et symétrie de la maille



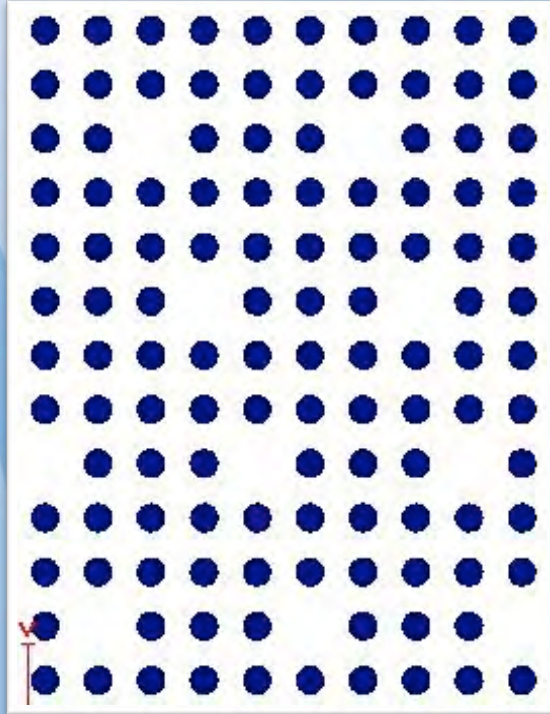
Le cristal a une structure **cubique**

Réseau carré de disques
de $20\ \mu$ sur un pas de $40\ \mu$.



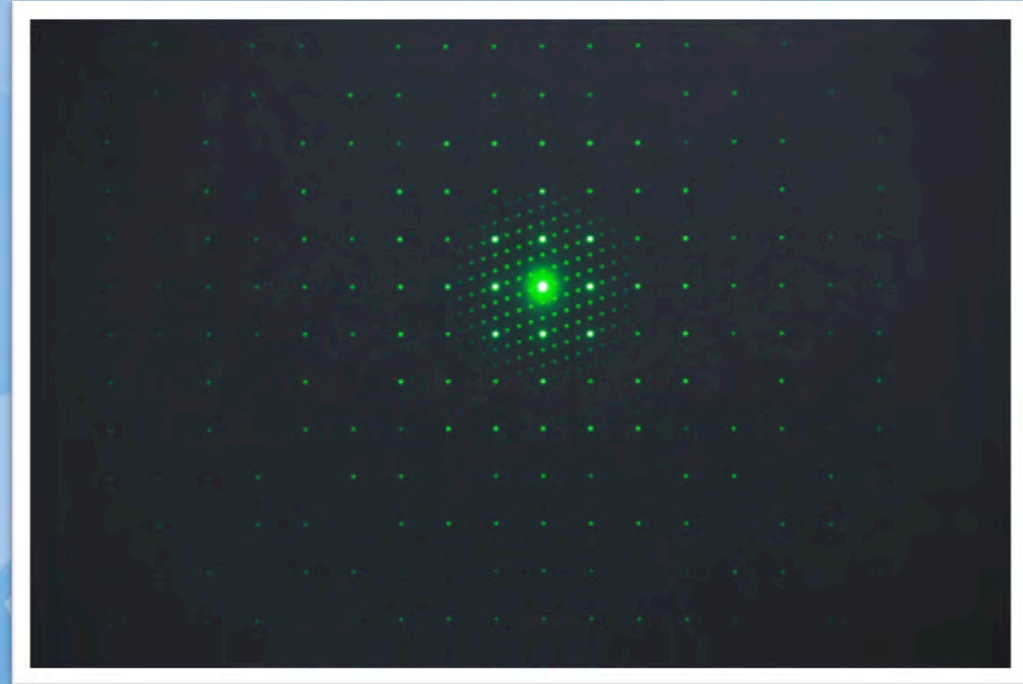
Sa diffraction présente aussi une **SYMÉTRIE** cubique. C'est une
petite maille alors il y a des taches de diffraction
éloignées

Les positions des taches de diffraction contiennent l'information de la taille et symétrie de la maille



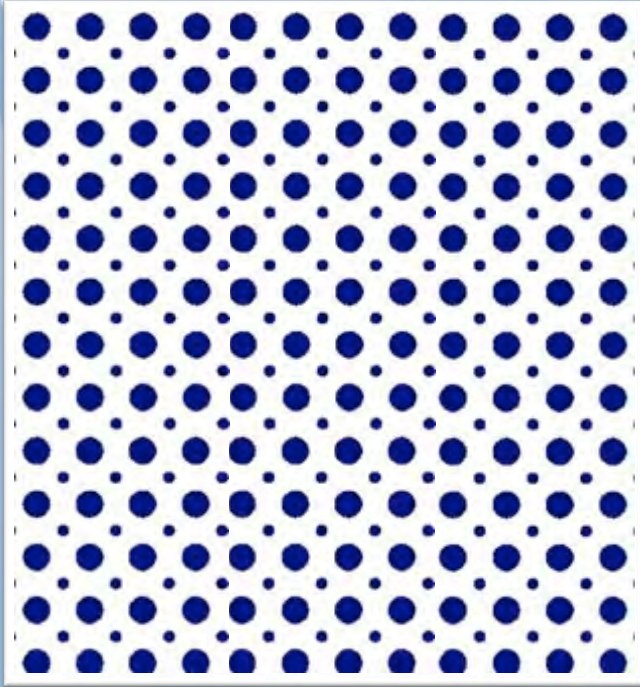
Le cristal a une structure cubique avec une
lacune tous les 12 atomes

Réseau carré de disques de $20\ \mu$ sur un pas de $40\ \mu$.
Insertion d'une lacune tous les 12 disques suivant y



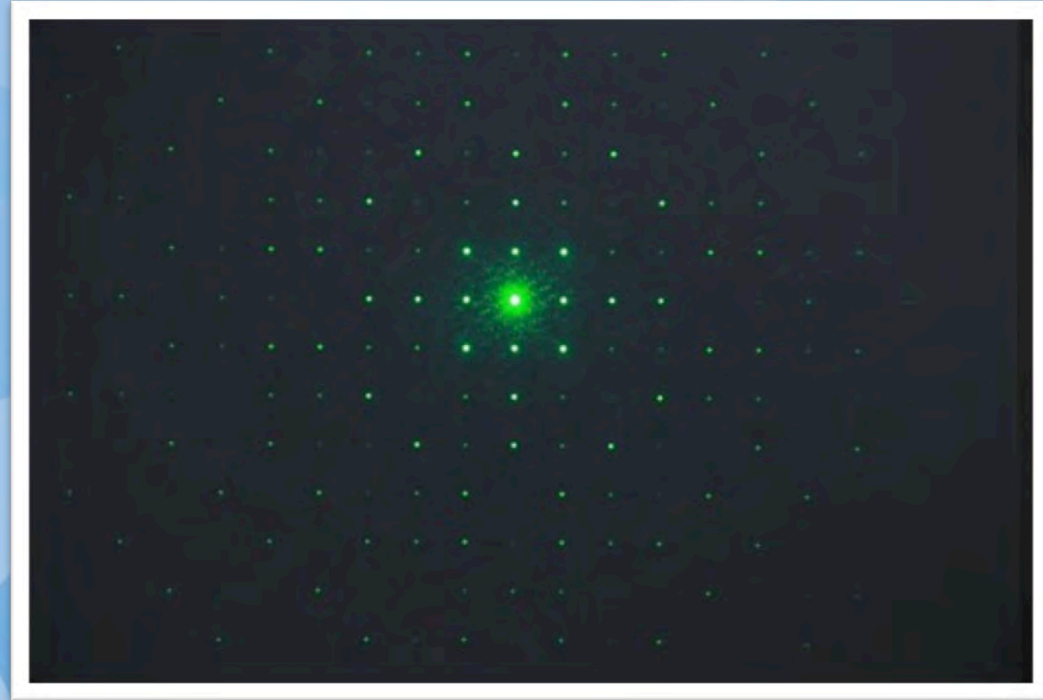
Sa diffraction présente des taches fortes cubiques et des
taches faibles de SURSTRUCTURE non cubique

Les intensités de diffraction contiennent l'information du contenu de la maille



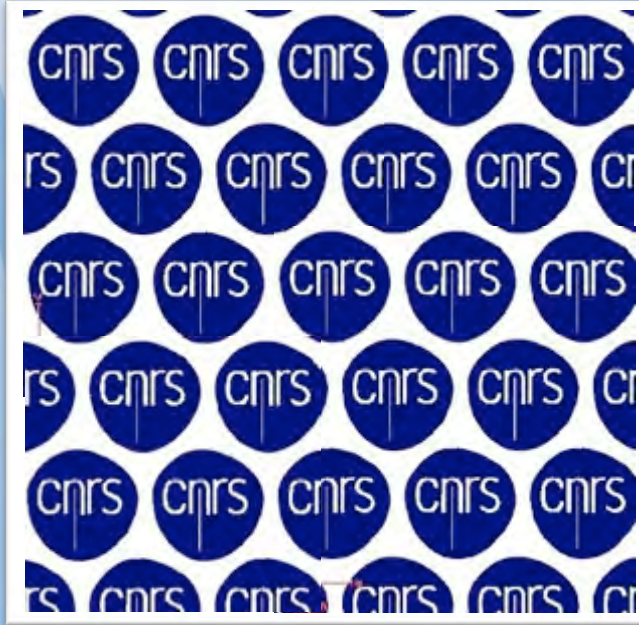
Ce cristal a une structure cubique avec deux
atomes différents dans la maille

Réseau carré (pas 40 μ) d'un double motif constitué d'un
disque de 10 μ et d'un disque de 5 μ



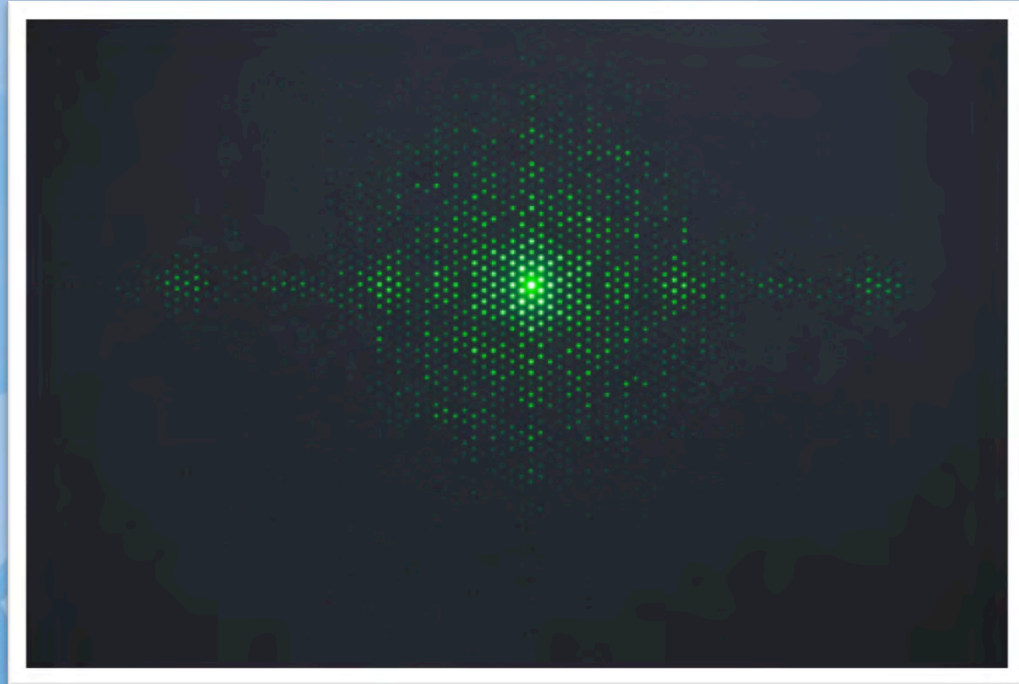
Sa diffraction présente aussi une symétrie cubique avec des
intensités différentes

Les intensités de diffraction contiennent l'information du contenu de la maille



Le «cristal» a une structure cubique avec des « **atomes** »
plus complexes et une **maille plus grande**

Réseau hexagonal
de logos CNRS : pas 200 μ



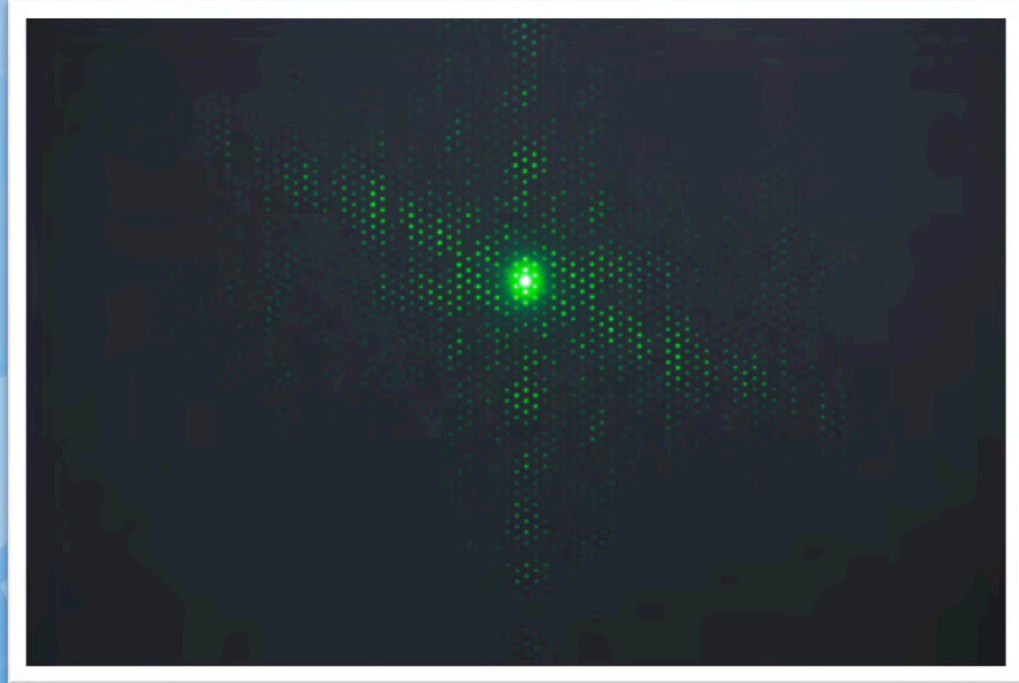
Sa diffraction présente des **intensités différentes** et des **taches très proches**.

Les intensités de diffraction contiennent l'information du contenu de la maille



Le «cristal» a une structure cubique avec des « **atomes** »
plus complexes et une **maille plus grande**

Réseau hexagonal
de logos Neel : pas 200 μ

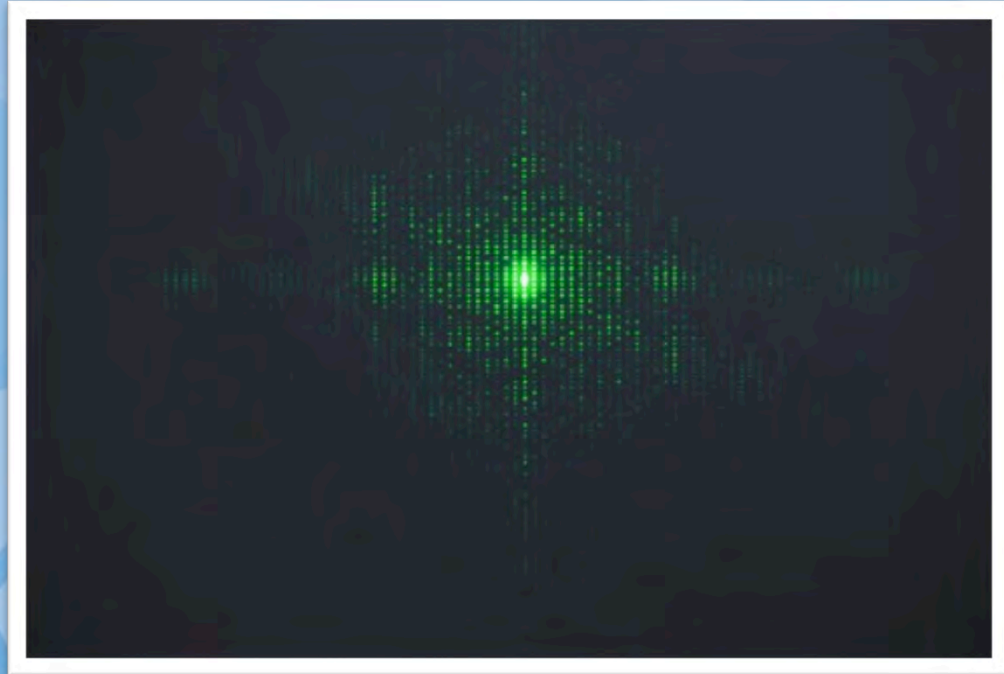


Sa diffraction présente des **intensités différentes** et des **taches très proches**.

Les intensités de diffraction contiennent l'information du contenu de la maille



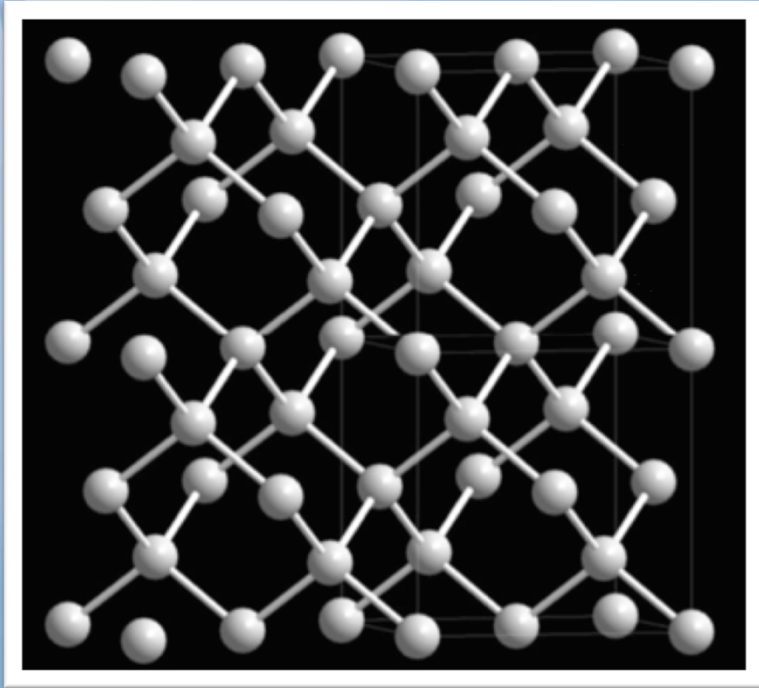
Le «cristal» a une structure cubique avec des « atomes »
plus complexes et une maille plus grande



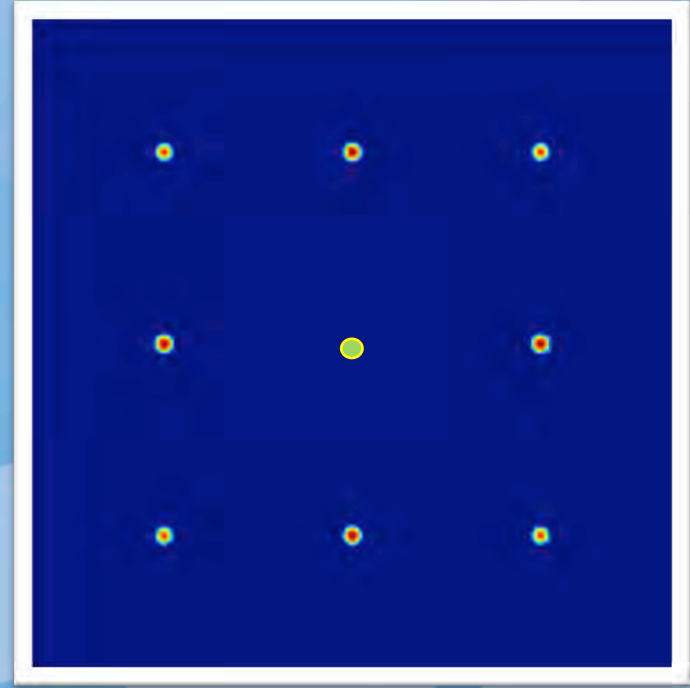
Sa diffraction présente des intensités différentes et des taches
très proches.

Réseau hexagonal
de logos Neel et CNRS : pas 200 μ

... pour « voir » le diamant

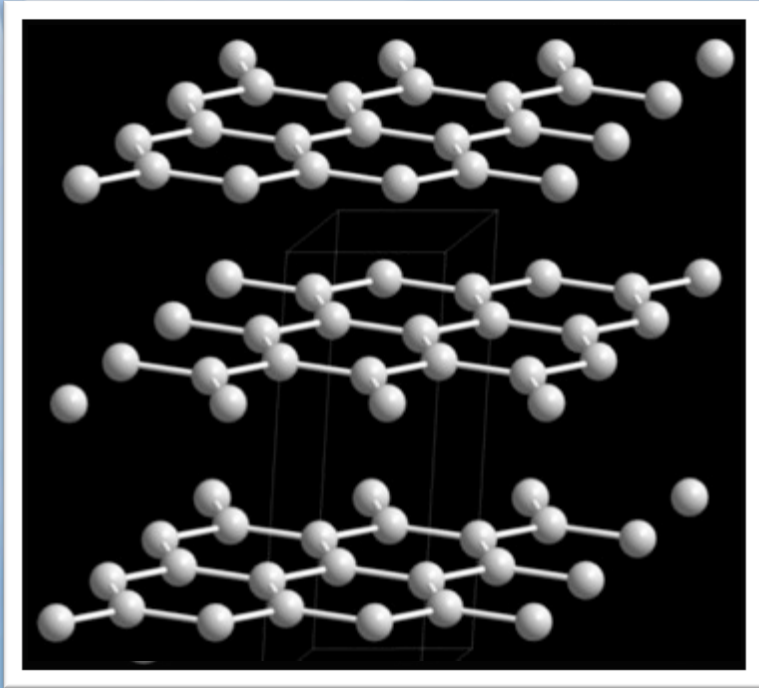


Le diamant a une structure cubique

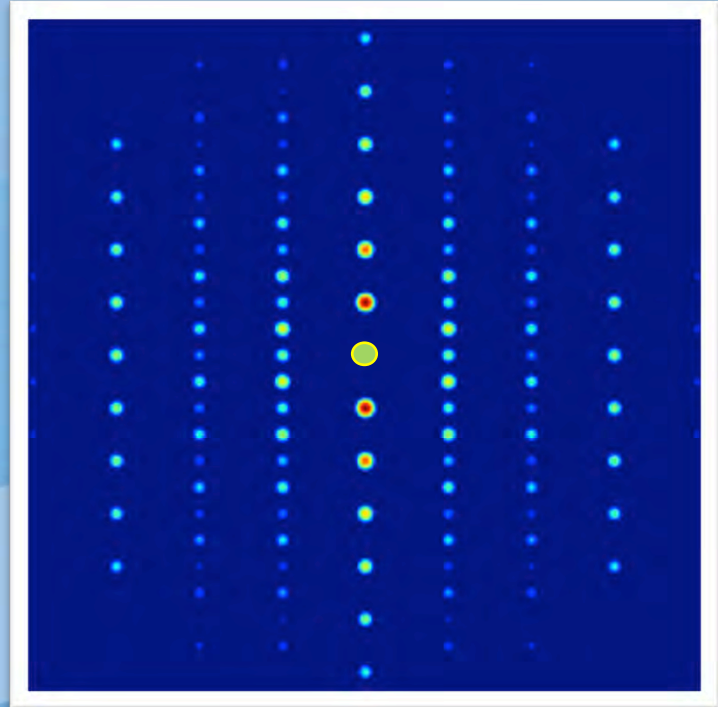


Sa diffraction présente aussi une **SYMÉTRIE** cubique. C'est une structure avec une **petite maille** alors il y a peu de taches de diffraction

« voir » le graphite (mine de crayon)

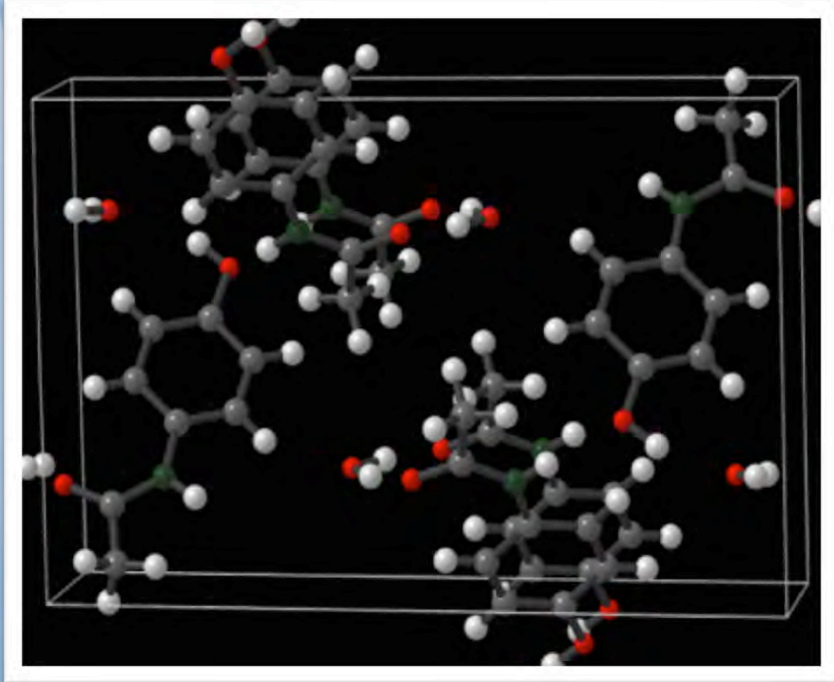


Dans le graphite les atomes sont disposés en 'feuillets'

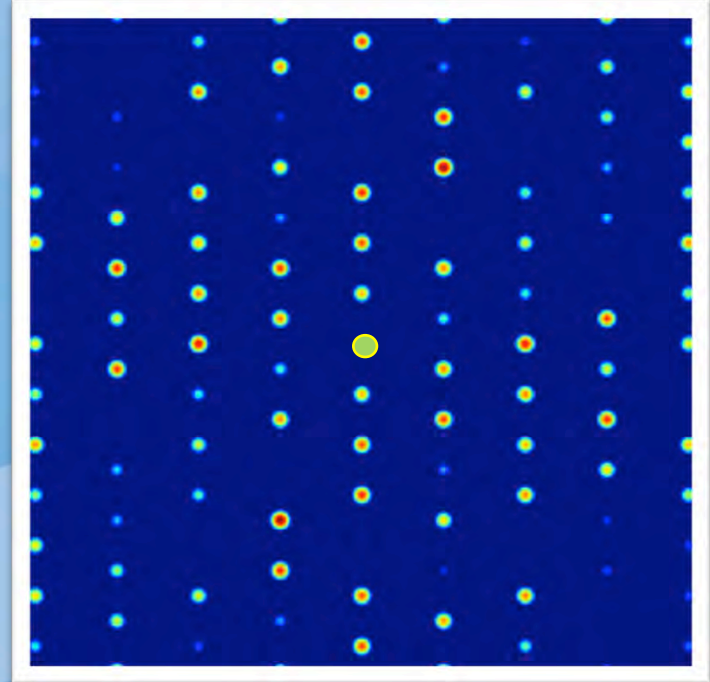


Sa diffraction présente des lignes perpendiculaires aux feuillets

« voir » le paracétamol



Ce médicament a une structure moins symétrique

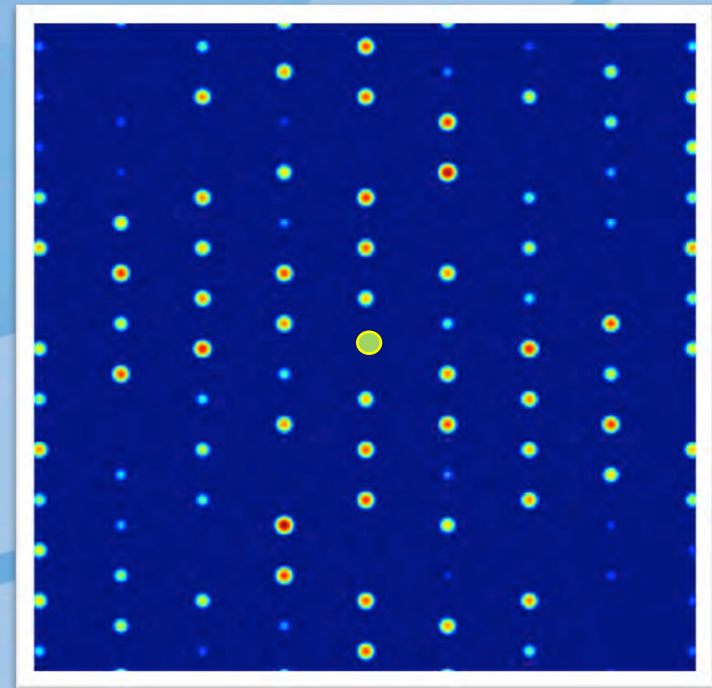
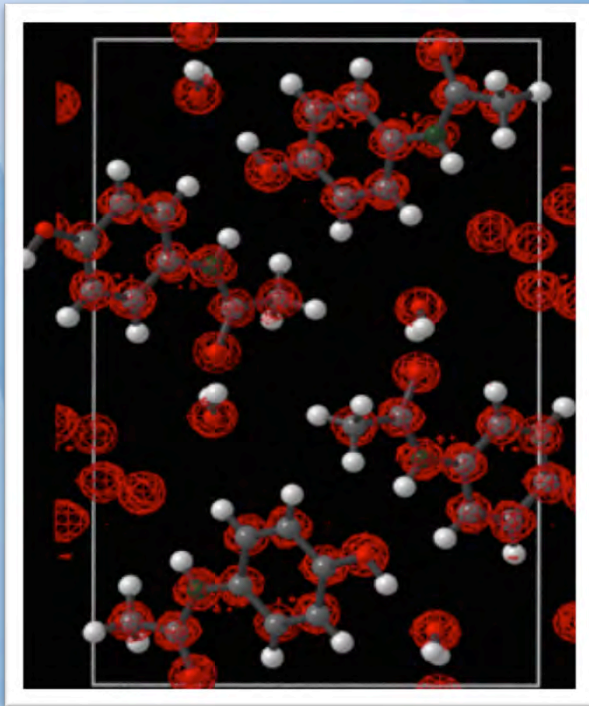


Son cliché de diffraction présente aussi moins de symétrie

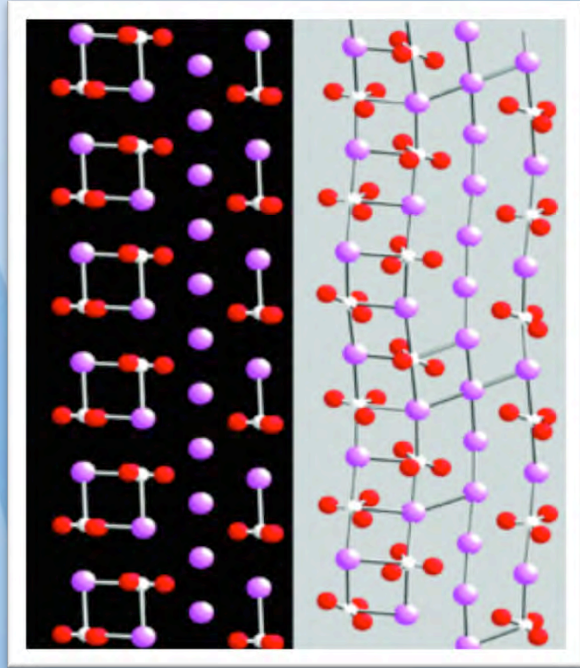
Passer de la diffraction ... à la structure atomique

Mais comment fait-on pour trouver les positions des atomes à partir de la diffraction?

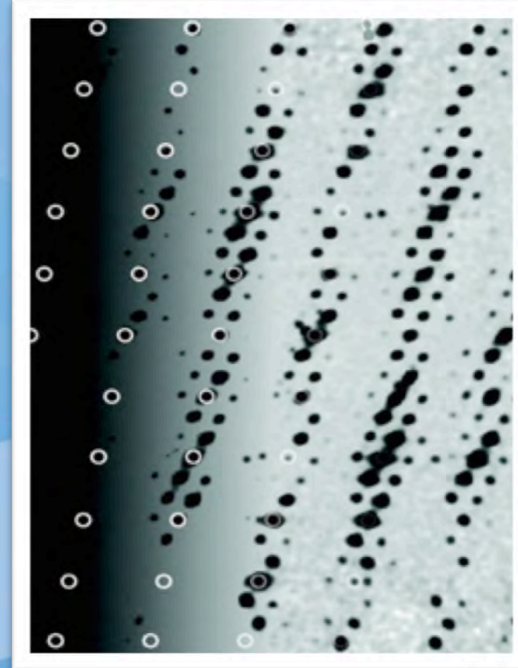
A partir du cliché de diffraction la carte de DENSITÉ ÉLECTRONIQUE peut être calculée... et les atomes identifiés, grâce à la **Transformée de Fourier** !



... et «voir» des structures compliquées

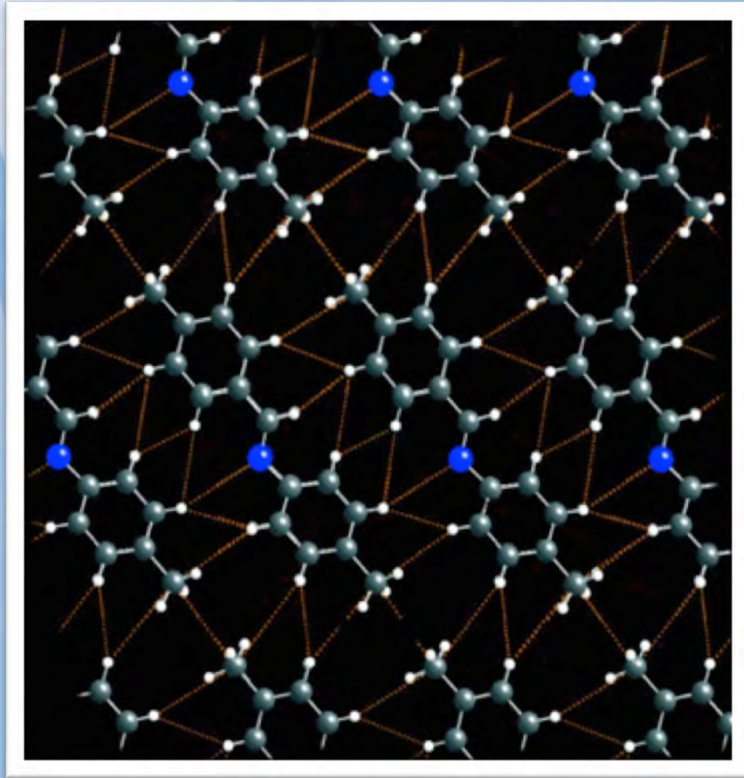


Cette structure a une double périodicité, on dit qu'elle est « INCOMMENSURABLE »

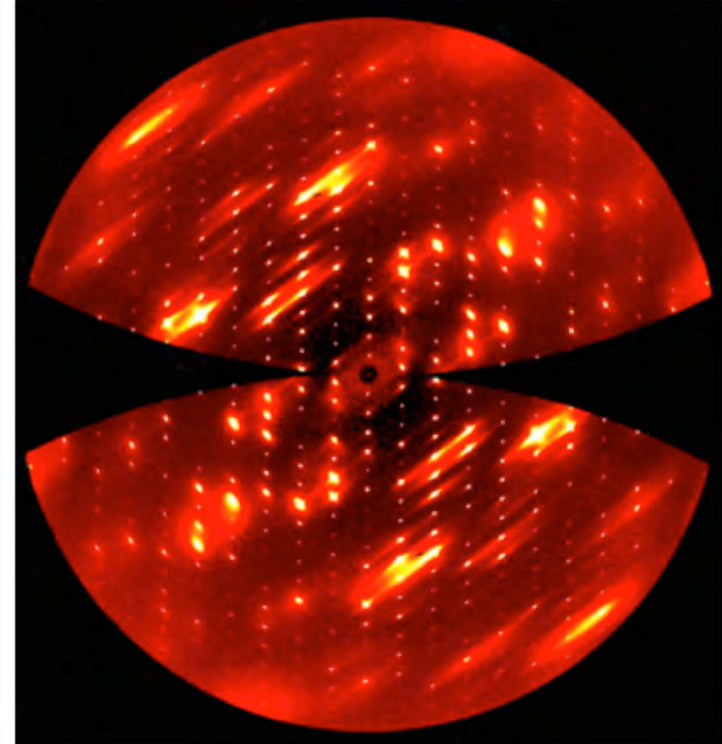


Les taches de diffraction ont deux périodes non multiples

... et « voir » des structures désordonnées



L'ordre des atomes
est partiellement **DÉSORDONNÉ**



Certaines taches de diffraction sont diffuses et larges